



Jagdaktivität von Fledermäusen an Bächen und Teichen

VON A. ZAHN und SANDRA MAIER

Zoologisches Institut der Universität München, München



Eingang des Ms. 15. 01. 1996
Annahme des Ms. 18. 09. 1996

Abstract

Hunting activity of bats at streams and ponds

Hunting activity of bats was studied at different types of streams and ponds in an area of 20 km² in size in south-eastern Bavaria from May to October 1993. We measured flight activity with help of bat detectors and used mist nets to catch bats. *Nyctalus noctula*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Myotis myotis*, *Myotis emarginatus*, *Myotis mystacinus*, *Myotis daubentoni*, and *Myotis nattereri* were found during the period of the study. Additionally *Myotis brandti*, *Myotis bechsteini*, *Eptesicus serotinus*, *Plecotus auritus*, *Barbastella barbastellus*, and *Rhinolophus hipposideros* are known to be present in the area.

The bat activity was higher at streams and ponds situated in forests or lined by trees and bushes than at waters without surrounding high vegetation. Moreover, few bats were heard at small streams where branches left little space ("flight pass") over the water. Generally, bat activity was higher at ponds than at streams.

Wind shelter and insect density seemed to be of main importance for the quality of a foraging habitat.

Einleitung

Alle heimischen Fledermausarten stehen auf der Roten Liste gefährdeter Tierarten Deutschlands und Maßnahmen zu ihrem Schutz werden in vielen Publikationen vorgeschlagen (z. B. KLAWITTER 1988; MAYWALD und POTT 1988; RICHARZ 1986; RICHARZ und LIMBRUNNER 1992; SCHÖBER und GRIMBERGER 1987). Meist steht dabei der Quartierschutz im Vordergrund, da hier die Probleme besonders augenfällig sind (Renovierungen) und viele Maßnahmen leicht umgesetzt werden können.

Für den Rückgang vieler Fledermausarten wird jedoch auch die Abnahme nahrungsreicher Jagdbiotope diskutiert (MAYWALD und POTT 1988; NAGEL und RICHARZ 1994; RICHARZ 1994). Im Zuge der Landschaftsplanung stellt sich daher oft die Frage, welche Jagdlebensräume für Fledermäuse besonders bedeutend sind.

Zwar wurden das Jagdverhalten und die Jagdbiotope einzelner Fledermausarten untersucht (z. B. AUDET 1990; DEGN 1983; KALKO und BRAUN 1991; KRONWITTER 1988; KRULL et al. 1991; NYHOLM 1965; RACHWALD 1992; RACEY und SWIFT 1985; RIEGER et al. 1990; 1992; TAAKE 1984), doch gibt es nur wenige Arbeiten, die in einem Landschaftsraum mit bekannter Fledermausfauna die Jagdaktivität in bestimmten Biotoptypen erfassen und vergleichen.

Gerade über Gewässer fehlen entsprechende Studien, obwohl an ihnen viele Fledermausarten angetroffen werden. Nach HELMER und LIMPENS (1991), LIMPENS und KAPTEYN (1991) sowie RIEGER et al. (1990) nützen Fledermäuse lineare Landschaftsstrukturen, zu denen auch Fließgewässer zählen, besonders als Flugrouten zu den Hauptjagdgebieten. WALSH

und MAYLE (1991) sowie TAAKE (1992) verglichen Waldgewässer. Freilandgewässer blieben jedoch unberücksichtigt. NYHOLM (1965), RACEY und SWIFT (1985) und TAAKE (1984) weisen auf die Bedeutung gewässerreicher Lebensräume für verschiedene Arten hin, gehen aber nur am Rande auf strukturelle Merkmale oder die Bevorzugung bestimmter Teilflächen ein. In der vorliegenden Arbeit wurde die Jagdaktivität von Fledermäusen an unterschiedlichen Fließ- und Stillgewässern im Wald und im Freiland vergleichend untersucht.

Material und Methode

Untersuchungsgebiet und Artenspektrum

Das ca. 20 km² große Untersuchungsgebiet befindet sich etwa 60 km südöstlich von München am südwestlichen Rand des Rosenheimer Beckens (Inn-Chiemsee-Hügelland). Die Höhe des Gebietes variiert von 450 bis 750 m über NN. Klimatisch ist das Rosenheimer Becken aufgrund der im Vergleich zum Umland geringen Meereshöhe und aufgrund von warmen Fallwinden im Einflußbereich der Alpen begünstigt. Die Landschaft ist kleinräumig strukturiert und geprägt von Grünland, Obstwiesen und Mischwäldern. Das Gebiet wird von vielen Wildbächen durchzogen. Ein Großteil der zahlreichen Teiche wird zur Fischzucht genutzt.

Folgende Fledermausarten wurden nach RICHARZ (1986), RICHARZ et al. (1989) sowie ZAHN und KRÜGER-BARVELS (1996) im Untersuchungsgebiet nachgewiesen (bei mit * markierten Arten wurden Kolonien festgestellt, so daß mit ihrem Auftreten im Gebiet sicher zu rechnen war): Kleine Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*), Großes Mausohr (*Myotis myotis*)*, Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteini*), Wimperfledermaus (*Myotis emarginatus*)*, Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*), Große Bartfledermaus (*Myotis brandti*), Kleine Bartfledermaus (*Myotis mystacinus*)*, Wasserfledermaus (*Myotis daubentoni*), Braunes Langohr (*Plecotus auritus*)*, Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*)*, Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*), Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*)* und Breitflügel-Fledermaus (*Eptesicus serotinus*).

Datenerhebung

27 Untersuchungsflächen wurden an 15 Still- und 7 Fließgewässern ausgewählt. Während jedes Stillgewässers eine solche „Probestelle“ bildete, befanden sich an den Fließgewässern bis zu 5 Untersuchungsflächen (Mindestabstand 500 m). Alle Flächen lagen in der Nähe von Siedlungen mit bekannten Fledermauskolonien (< ca. 2 km). An den Probestellen wurden folgende Merkmale festgehalten:

Umgebung: Unterschieden wurde zwischen Gewässern im Wald (ringsum von einem mindestens 10 m breiten Waldstreifen umgeben) und solchen im Freiland (dazu zählten auch Gewässer am Waldrand)

Gehölzvegetation am Ufer: Bei Stillgewässern wurde die gehölzbestandene Uferlänge (in % der Gesamtuferlänge) ermittelt. Bei Bächen wurde unterschieden zwischen (a) Probestellen mit allenfalls spärlicher Gehölzvegetation (Abstand zwischen den Gehölzen mindestens 5 m und (b) Uferstellen mit dichtem Gehölzbewuchs (Abstand zwischen den Gehölzen unter 2 m).

Fließgeschwindigkeit: (subjektive Einteilung in gering, mittel und hoch)

Gewässergüte der Fließgewässer: Methode nach BAUR (1980): Güteklassen I (unbelastet) bis II-III (kritisch belastet)

Fischbesatz der Stillgewässer (mit oder ohne Zufütterung)

„Vernetzung“ der Stillgewässer mit anderen potentiell für Fledermäuse wichtigen Landschaftselementen (Wälder, Siedlungen) durch Hecken, Baumreihen usw. vorhanden (ja/nein)

Von Anfang Mai bis Mitte Oktober wurde die Jagdaktivität der Fledermäuse in 75 Nächten erfaßt. Die Datenaufnahme begann bei Sonnenuntergang und wurde ca. 4 Stunden danach beendet. In einer Nacht wurden jeweils 15 Untersuchungsflächen begangen. Um alle Standorte zu unterschiedlichen Zeiten zu erfassen, wurde jeweils an einem anderen Gewässer mit der Datenerhebung begonnen. Die Verweildauer an einer Untersuchungsstelle betrug 10 Minuten. Während dieser Zeit wurde mit Hilfe eines Mini-QMC-Batdetektors die Jagdaktivität registriert. Einmal pro Monat wurde die Datenaufnahme auf die 2. Nachthälfte verlegt und 5 Stunden nach Sonnenuntergang begonnen.

Um die vorliegenden Ergebnisse mit anderen Arbeiten, die im selben Gebiet durchgeführt wurden (SCHMINKE unpubl.; ZAHN und KRÜGER-BARVELS 1996), vergleichen zu können, wurden die Ortungslaute der Fledermäuse entsprechend der Einteilung bei SCHMINKE nach zeitlichen Kriterien wie folgt unterschieden:

Vorbeiflüge (VF): kurze Rufsequenzen, die einen Mindestabstand von 90 Sekunden aufweisen.

Suchflüge (SF): kurze Rufsequenzen (wie VF), die sich jedoch innerhalb von 90 Sekunden wiederholen.

Dauersuchflüge (DSF): länger andauernde Ruffolgen, die als Einzelrufe nicht mehr gezählt werden können (gemessen in Sekunden).

Zusätzlich zu diesen Parametern wurden die Zahl der „final buzzes“ registriert (erhöhte Frequenz der Ortungsrufe kurz vor der Erbeutung eines Insektes, vgl. z. B. KALKO und BRAUN 1991). Sie wurden als Beutefangversuche gewertet.

Die Artbestimmung jagender Fledermäuse anhand ihrer Ortungslaute ist im Freiland nur eingeschränkt möglich (AHLEN 1981; WEID und HELVERSEN 1987). Leise rufende Arten wie *Myotis emarginatus* oder *Plecotus* sp. werden mit dem Bat-Detektor kaum gehört. Deshalb wurde versucht, die in den einzelnen Biotopen jagenden Arten zusätzlich über Sichtbeobachtungen bzw. durch Netzfänge (Japanetze) zu bestimmen, auch wenn diese Methoden gleichfalls selektiv sind (GAISLER 1973). Netzfänge erfolgten in 20 Nächten. Sie begannen bei Sonnenuntergang und wurden meist um Mitternacht beendet.

Bei jedem Besuch einer Probestelle wurden weiterhin folgende Daten zum Klima und zum Nahrungsangebot erhoben:

Lufttemperatur: Windstärke: 0 = Windstille, keine Bewegungen an der Vegetation; 1 = Blätter bewegen sich; 2 = Zweige bewegen sich; 3 = Äste bewegen sich; 4 = Bäume schwanken.

Niederschlagsstärke: 0 = trocken; 1 = Sprühregen; 2 = leichter Regen; 3 = starker, anhaltender Regen.

Insektenflug: Dazu wurden mit einer Halogentaschenlampe Wasserfläche und Ufer aufgehellt und die im Lichtstrahl sichtbaren Fluginsekten abgeschätzt (vgl. TAYLOR und O'NEILL 1988): 0 = kein Insektenflug; 1 = vereinzelt Insekten; 2 = regelmäßig Insekten sichtbar; 3 = viele Fluginsekten.

Datenauswertung

SCHMINKE (unpubl.) verwendete als Maß für die Jagdaktivität eine Größe, in die Suchflüge (SF), Dauersuchflüge (DSF) und final buzzes (FB) eingehen und die, bei konstanter Verweildauer an jedem Ort (hier 10 min), einen direkten Vergleich einzelner Probestellen erlaubt. Die Berechnung dieses Jagdaktivitäts-Koeffizienten (JAK) erfolgt nach folgender Formel:

$$\text{JAK} = (\text{Summe der SF} + \text{Summe der DSF}/10) \times (\text{Summe der FB} + 1)$$

Suchflüge und Dauersuchflüge werden dabei zusammengefaßt. SCHMINKE (unpubl.) geht davon aus, daß eine Fledermaus, die in größeren Runden jagt, nach ca. 10 Sekunden wieder dieselbe Stelle passiert. Auf diese Weise bekommt ein Suchflug dieselbe Wertigkeit wie 10 Sekunden Dauersuchflug. Zur Summe der final buzzes wird 1 addiert, da sich sonst eine Jagdaktivität von 0 ergibt, wenn kein final buzz gehört wurde. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurde der Koeffizient hier ebenfalls verwendet, obwohl die Wertung der einzelnen Parameter im JAK etwas subjektiv erscheint.

Da die einzelnen Gewässer unterschiedlich oft (30–35 mal) aufgesucht wurden, werden die JAK-Werte jeweils als arithmetische Mittelwerte aller Besuche angegeben. Die Jagdaktivitäts-Koeffizienten wurden für die Gattungen *Myotis* und *Pipistrellus* getrennt berechnet. Als einzige weitere Gattung konnte *Nyctalus* durch Rufe nachgewiesen werden. Sie wurde aufgrund ihrer Seltenheit gesondert behandelt. Bei der Auswertung wurden folgende Tests verwendet (nach LAMPRECHT 1992): Mann-Whitney-U-Test, Kruskal-Wallis-H-Test, Spearmans Rangkorrelationskoeffizient (rs). Alle Tests wurden zweiseitig durchgeführt. Als signifikant wurden Ergebnisse ab einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ gewertet.

Ergebnisse

Klimatische Faktoren und Insektendichte

An allen Gewässern beeinflussten die klimatischen Bedingungen deutlich die Jagdaktivität. Jagdflüge fanden erst ab einer Temperatur von 8 °C statt. Bei Windstille und Windstufe 1 war die Jagdaktivität am höchsten (Tab. 1). Bei Windstufe 2 kam es zu einem starken

Tabelle 1. Mittelwerte der Jagdaktivitäts-Koeffizienten von *Myotis* sp. bzw. *Pipistrellus* sp. bei den jeweiligen Wind- bzw. Niederschlagsstärken und Insektendichten (JAK *Myo*: Jagdaktivitäts-Koeffizient von *Myotis* sp., JAK *Pip*: Jagdaktivitäts-Koeffizient von *Pipistrellus* sp. n: Anzahl der Beobachtungen)

Wind- stärke	JAK- <i>Myo</i>	JAK- <i>Pip</i>	n	Nieder- schlag	JAK- <i>Myo</i>	JAK- <i>Pip</i>	n	Insek- ten- dichte	JAK- <i>Myo</i>	JAK- <i>Pip</i>	n
0	177	55	350	0	163	64	782	0	21	10	297
1	191	71	345	1	94	33	51	1	117	56	349
2	46	14	123	2	59	2	28	2	319	108	186
3	21	25	47	3	0,1	0	10	3	567	210	39
4	0,5	0,2	6								

Einbruch (Rückgang um 75%) der Aktivität, bei Windstufe 4 fanden nur noch einzelne Suchflüge statt. Mit zunehmender Niederschlagsstärke nahm die Jagdaktivität deutlich ab (Tab. 1). Bei starkem Regen (Stufe 3) wurden nur noch einzelne Vorbeiflüge gehört. Für *Myotis* sp. waren die Unterschiede bei verschiedenen Windstufen- und Niederschlagsintensitäten signifikant (H-Test). Mit zunehmender Insektendichte ging auch eine gesteigerte Jagdaktivität einher (Tab. 1). Die Jagdaktivitäts-Koeffizienten bei verschiedenen Insektenhäufigkeiten unterschieden sich signifikant (H-Test). Dieser Zusammenhang beruhte nicht nur auf einer parallelen Entwicklung von Insektendichte und Jagdaktivität im Lauf des Untersuchungszeitraumes. Auch bei kurzfristigen Schwankungen des Nahrungsangebotes an einer Untersuchungsstelle veränderte sich die Jagdaktivität in entsprechender Weise.

Die Insektendichte stand ihrerseits mit den klimatischen Faktoren in Zusammenhang. Sie nahm mit der Temperatur zu ($r_s = 0,4$) und mit ansteigender Windstärke ab ($r_s = -0,6$). Beide Korrelationen sind signifikant. Bei starkem Regen (Stufe 3) ging die Insektendichte signifikant zurück.

Vergleich von Bächen und Teichen

Die Jagdaktivität von *Myotis* sp. war an Teichen ($N = 14$ JAK-Mittelwert: 169) um 32% höher als an Bächen ($N = 13$ JAK-Mittelwert: 128). Dieser signifikante Unterschied (U-Test) wurde vor allem von der höheren Zahl von final buzzes an den Teichen verursacht, die bei der Berechnung des Jagdaktivitäts-Koeffizienten (JAK) relativ hoch gewichtet werden. Insgesamt war allerdings an allen Bächen Flugaktivität zu verzeichnen, während einige Teiche kaum oder gar nicht frequentiert wurden.

Für *Pipistrellus* sp. waren Bäche von geringer Bedeutung (mittlerer Jagdaktivitäts-Koeffizient: 0,5). Auch Bachabschnitte nahe bekannter Kolonien (Entfernung ca. 500 m) wurden kaum bejagt. Dagegen stellten Teiche wichtige Jagdgebiete dar (JAK-Mittelwert: 104).

Jagdaktivität an Teichen

Wald- und Freilandteiche

Myotis sp. bejagte Waldteiche intensiver als Freilandteiche (Tab. 2). Bevorzugt wurden Teilflächen unter überhängenden Zweigen (*Salix* sp., *Quercus robur*). *Pipistrellus* sp. suchte hingegen fast nur an Stillgewässern im Freiland nach Nahrung. Wurde *Pipistrellus* im Wald beobachtet, so jagten die Tiere in einer Höhe von ca. 3–10 m entlang der Vegetationssäume oder in Höhe der Baumgipfel und nicht nahe der Wasseroberfläche. Im Freiland jagte *Pipistrellus* hingegen in einer Höhe zwischen 2 und 5 m, wobei auch Sturzflüge bis auf die Wasseroberfläche erfolgten.

Tabelle 2. Vergleich der Jagdaktivität (JAK) an Wald- und Freilandteichen in Beziehung zu Temperatur, Windstärke und Insektdichte. Angegeben sind jeweils die gewogenen Mittelwerte aller Besuche (n) an den 4 Wald- und den 11 Freilandteichen

	JAK- <i>Myotis</i>	JAK- <i>Pipistrellus</i>	Temperatur	Wind	Insekten
Waldteiche (n = 128)	336	20	14,8 °C	0,5	1,2
Freilandteiche (n = 355)	154	135	14,1 °C	1,1	0,1

An den 4 Waldteichen war es windstill und wärmer, und es flogen mehr Insekten als an den 11 Freilandteichen (Tab. 2). Alle Unterschiede (Jagdaktivität, Klima, Insekten) waren signifikant (U-Test).

Da Fledermäuse an einigen Freilandteichen intensiv, an anderen hingegen kaum jagten, wurde dieser Gewässertyp nochmals genauer analysiert und in zwei Gruppen eingeteilt, die sich hinsichtlich der Jagdaktivität signifikant unterschieden (U-Test):

Gruppe 1: Teiche mit geringer Jagdaktivität: JAK < 100 (n = 6)

Gruppe 2: Teiche mit hoher Jagdaktivität: JAK > 100 (n = 5)

Teiche der Gruppe 1 wiesen im Schnitt weniger Ufergehölze, eine geringere Insekten-dichte, eine niedrigere Lufttemperatur und eine höhere Windstärke auf, als Gewässer der Gruppe 2 (Tab. 3). Abgesehen von der Temperaturdifferenz waren die Unterschiede signifikant (U-Test). Zusätzlich fehlte bei 3 Teichen der Gruppe 1, doch nur bei einem Teich der Gruppe 2 eine „Anbindung“ durch lineare Landschaftselemente an Wälder oder Siedlungen (Quartierstandorte).

Tabelle 3. Freilandteiche mit geringer (Gruppe 1) und hoher Jagdaktivität (Gruppe 2): JAK: mittlere Jagdaktivitäts-Koeffizienten, % UG: Prozent gehölzbestandenes Ufer (Mittelwerte), T: mittlere Temperatur, W: durchschnittliche Windstärke, I: durchschnittliches Insektenangebot; bei JAK, T, W und I sind die gewogenen Mittelwerte aller Begehungen angegeben

	% UG	JAK- <i>Myotis</i>	JAK- <i>Pipistrellus</i>	T	W	I
Gruppe 1 (n = 6)	25	12	15	13,2	1,3	0,6
Gruppe 2 (n = 5)	90	320	286	14,7	0,7	1,2

Fischbesatz

13 von 15 Teichen waren mit Fischen besetzt. In 5 Fällen erfolgte eine Futterzugabe. Es bestand kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Jagdaktivität zwischen den intensiv bewirtschafteten Teichen mit Zufütterung und den anderen Gewässern. Allerdings wurden sowohl bei *Myotis* sp. als auch bei *Pipistrellus* sp. die höchsten JAK-Tageswerte (über 400) an den Teichen mit Futterzugabe erreicht.

Jagdaktivität an Bächen

Da *Pipistrellus* sp. an Bächen kaum jagt, wurden in der folgenden Auswertung die addierten Jagdaktivitäts-Koeffizienten von *Myotis* sp. und *Pipistrellus* sp. verwendet.

Vergleich von Wald- und Freilandbächen:

Die Jagdaktivität war an den 8 Probestellen im Freiland deutlich höher als an den 4 Orten im Wald (Tab. 4), doch ist der Unterschied nicht signifikant (U-Test). Dies ist auf die große Variabilität der Aktivität an den Freilandbächen zurückzuführen. Die durchschnittlichen Werte für die Windstärke waren an beiden Bachgruppen etwa gleich (Tab. 4), doch wiesen Freilandbäche ein signifikant höheres Insektenangebot auf (U-Test).

Im Gegensatz zu den Freilandteichen ließen sich bei den Freilandbächen keine Gruppen mit deutlich unterschiedlicher Jagdaktivität der Fledermäuse bilden. Insgesamt war die Jagdaktivität an den Freilandbächen mit der Insektendichte signifikant positiv korreliert ($r_s = 0,7$) und ging mit zunehmender Windstärke (allerdings nicht signifikant) zurück (Abb. 1). An den 5 Probestellen mit dichtem Ufergehölz war sie höher als an den 3 Bachabschnitten mit spärlicher oder fehlender Gehölzvegetation (JAK-Mittelwerte: 111 und 67). Doch auch dieser Unterschied war nicht signifikant.

Tabelle 4. Vergleich der Jagdaktivität (JAK) an Wald- und Freilandbächen in Beziehung zu Temperatur, Windstärke und Insektendichte. Angegeben sind jeweils die gemessenen Mittelwerte aller Besuche

	JAK	Temperatur	Wind	Insekten
Waldbäche (n = 4)	56	14,9 °C	0,9	0,7
Freilandbäche (n = 8)	94	14,6 °C	0,8	1,0

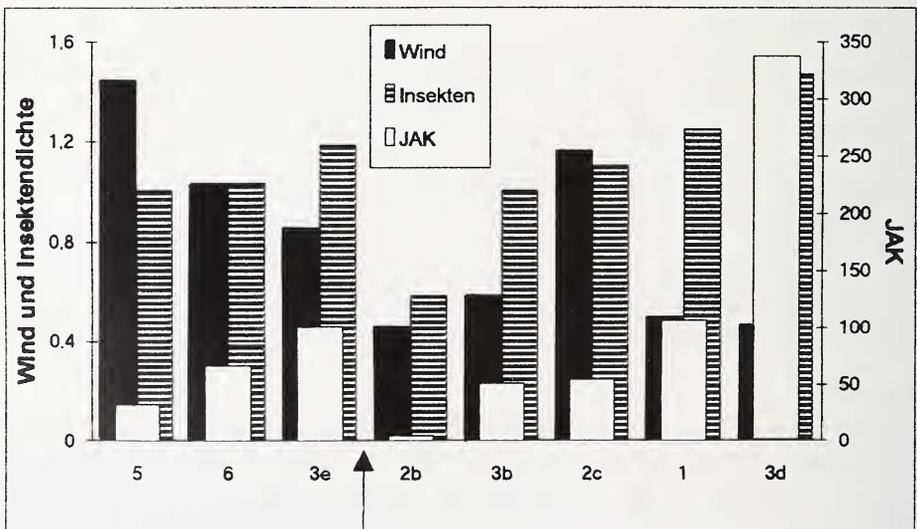


Abb. 1. Durchschnittswerte der Windstärke, der Insektendichte und der Jagdaktivität (JAK) an den Bächen im Freiland. Links des Pfeils: Freilandbäche ohne Gehölzbewuchs; Rechts des Pfeils: Freilandbäche mit Ufergehölzen. Ziffern: Bezeichnung der Bäche, Buchstaben: Bezeichnung verschiedener Untersuchungsstellen an einem Bach.

Dort, wo viele Äste in den Luftraum über der Wasseroberfläche ragten, wurden nur wenig jagende Fledermäuse beobachtet. Die höchste Aktivität wurde an Stellen registriert, die zwar mit Bäumen bestanden waren, jedoch bis in 3 m Höhe über der Wasseroberfläche einen offenen Luftraum aufwiesen (JAK: 107 und 337). Hier gab es auch die meisten Insekten. Die geringste Jagdaktivität an Uferbereichen mit Gehölzen wurde an zwei Stellen festgestellt, an denen Hindernisse im Bach einen hohen Geräuschpegel verursachten und die Gewässeroberfläche sehr unruhig war (JAK: 51 und 7). An Abschnitten mit spärlichem Uferbewuchs wurden Fledermäuse vor allem im Bereich der wenigen Bäume und Sträucher registriert.

Ein Einfluß der Fließgeschwindigkeit von Bächen auf die Jagdaktivität konnte nicht nachgewiesen werden.

Bei der Untersuchung der Gewässergüte an den Bächen wurden die Güteklassen I–II (4×), II (5×) und II–III (3×) festgestellt. Die Bachabschnitte mit der Güteklasse I–II wiesen die höchste Jagdaktivität (mittlerer JAK: 163) und die meisten Insekten auf (Mittelwert: 1,1). Betrachtet man die Bäche der Güteklassen II (mittlerer JAK: 37, mittlere Insektendichte: 0,8) und II–III (mittlerer JAK: 58, mittlere Insektendichte: 1,0), so zeichnet sich kein klarer Zusammenhang zwischen Gewässergüte und Insektenangebot bzw. Jagdaktivität ab.

Netzfänge

Insgesamt wurden 31 Tiere an den untersuchten Gewässern gefangen. Die häufigsten Arten waren *Myotis mystacinus* (n = 10) und *Myotis daubentoni* (n = 10). Weiterhin gingen 4 *Myotis emarginatus*, 4 *Myotis myotis*, 2 *Pipistrellus pipistrellus* und 1 *Myotis nattereri* ins Netz. Eindeutige Biotoppräferenzen einzelner Arten ließen sich aus Materialmangel nicht belegen.

Aktivität von *Nyctalus* sp. im Untersuchungsgebiet

Jagdaktivität von Abendseglern (*Nyctalus noctula*) wurde nur im Mai sowie im September und Oktober registriert. Die Tiere jagten bevorzugt in der ersten Stunde nach Sonnenuntergang in einer Höhe von ca. 20 m im freien Flugraum über großen Teichen, teilweise aber auch über den Baumgipfeln an Waldteichen. Im September waren sie vereinzelt auch über Bächen in einer Höhe von ca. 10 m zu beobachten.

Diskussion

Bat-Detektor und Netzfänge erfassen die Fledermausaktivität bzw. das Artenspektrum selektiv. Deshalb kann man aus der vorliegenden Untersuchung nicht schließen, daß Gewässer, an denen wenig Jagdaktivität nachgewiesen wurde, als Nahrungshabitat keine Rolle spielen, bzw. daß nur die im Netz gefangenen Arten an einer Probestelle vorkommen. Umgekehrt kann man allerdings sagen, daß Gewässertypen, an denen eine hohe Jagdaktivität verzeichnet wurde, in jedem Fall für Fledermäuse von großer Bedeutung sind.

Insektenreichtum und Windschutz erwiesen sich als entscheidende Voraussetzungen für ein optimales Jagdhabitat. Dieser Zusammenhang wurde auch von anderen Autoren festgestellt (KUNZ 1973; RACEY und SWIFT 1985; TAYLOR und O'NEILL 1988; WALSH und MAYLE 1991). Windschutz begünstigt das Vorkommen von Insekten und deren Flugaktivität (GRIMMBERGER 1979; NYHOLM 1965). Zudem vermutet GRIMMBERGER (1979) bei kleineren Fledermausarten eine Beeinträchtigung der Flugmechanik durch starken Wind.

Vergleicht man Fließ- und Stillgewässer, so fällt auch hier der Zusammenhang zwischen Nahrungsangebot und jagenden Fledermäusen auf. Im Wald wurden an Teichen

durchschnittlich höhere Insektendichten und Jagdaktivitätskoeffizienten festgestellt als an Bächen. Der gleiche Unterschied bestand auch zwischen Freilandteichen mit Ufergehölzen und gehölzbestandenen Bachabschnitten. An Freilandbächen ohne bzw. mit spärlicher bachbegleitender Gehölzvegetation wurden allerdings höhere Insektendichten und Jagdaktivitäten festgestellt als an Freilandteichen ohne Gehölzbewuchs. Möglicherweise spielen unbewachsene Bachabschnitte im Gegensatz zu den Teichen auch als Flugweg eine gewisse Rolle. Insgesamt wurde an den Stillgewässern intensiver gejagt als an den Fließgewässern. Dies wurde auch von FENTON (1970) festgestellt. Doch muß dies nicht überall gelten, da das für die Jagdaktivität entscheidende Nahrungsangebot an Teichen nicht generell höher sein muß als an Bächen.

Freilandteiche, an denen intensiv gejagt wurde, lagen nahe an linearen Landschaftselementen wie Hecken, die von einigen Fledermausarten als Flugwege genutzt werden (LIMPENS und KAPTEYN 1991; RIEGER et al. 1990; RIEGER und ALDER 1993). Doch waren die betreffenden Teiche auch gehölzbestanden und insektenreich, so daß nicht klar wurde, wie bedeutend in diesen Fällen die linearen Landschaftselemente sind.

An Bächen schienen Turbulenzen und Rauschen die Jagd zu erschweren. So flogen an einer Probestelle kaum noch Fledermäuse, als der Bach in den Tagen nach einem Unwetter mehr Wasser führte und laut über eine Steinsohle rauschte. SCHMINKE (unpubl.) nimmt an, daß Rauschen bei 10–40 kHz die Echoortung stören könnte. Weiterhin wirkten sich Äste und Zweige, die in den Flugraum ragten, bei schmaleren, beidseitig bewachsenen Bächen negativ auf die Fledermausaktivität aus.

Der Nährstoffreichtum der untersuchten Bäche hatte keinen erkennbaren Einfluß auf die Jagdaktivität. HELVERSEN et al. (1987) merken an, daß die Eutrophierung von Gewässern eine Steigerung der Insekten-Biomasse bedingt. Bei den untersuchten Bächen nahm das Insektenangebot mit der organischen Belastung der Bäche nicht zu. Möglicherweise verdeckte der Einfluß des Umlandes (Insektenangebot durch Ufergehölze) unterschiedliche Häufigkeiten fliegender Wasserinsekten.

Vergleicht man die untersuchten Gewässer mit anderen Biotopen im selben Gebiet, an denen die Jagdaktivität mit der gleichen Methode erhoben wurde, so ergaben sich an Gewässern erheblich höhere Jagdaktivitäts-Koeffizienten (Maximalwerte 658 bei Bächen und 573 bei Teichen) als in Wäldern (maximaler JAK: 63; ZAHN und KRÜGER-BARVELS 1996) oder in Feldgehölzen, Obstwiesen, Gärten und an Straßen (maximale JAK < 100; SCHMINKE, unpubl.). Zwar mag sich die Nachweisbarkeit der Fledermäuse in den untersuchten Habitaten unterscheiden, so daß diese Werte nicht direkt vergleichbar sind, doch wird deutlich, daß Gewässer wohl zu den besonders intensiv bejagten Biotoptypen im Untersuchungsgebiet zählen.

Bemerkungen zu einzelnen Arten

Bei den beobachteten *Pipistrellus* sp. handelte es sich wohl um die im Gebiet nachgewiesene Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*). Sie bevorzugte gehölzbestandene Stillgewässer im Freiland und jagte besonders entlang der Gehölzvegetation (meist auf der Lee-Seite) in Gewässernähe. Teiche ohne Ufervegetation waren als Jagdbiotope gänzlich unattraktiv. Im Wald wurden Zwergfledermäuse nur vereinzelt über Gewässern auf Lichtungen gehört, die zudem am Rande der Waldgebiete in Ortsnähe (< 1 km Entfernung) lagen und durch Waldwege mit dem Freiland verbunden waren, was den Anflug begünstigen konnte. Über dicht mit Gehölzen bestandenen Bächen wurde die Art nie beobachtet, doch flog sie in solchen Fällen manchmal am Außenrand der bachbegleitenden Gehölze entlang. Auch jagten Zwergfledermäuse regelmäßig an einem teichartig verbreiterten Bachabschnitt am Waldrand. Ähnliche Habitatpräferenzen wurden von SACHTELEBEN (unpubl.) sowie RACEY und SWIFT (1985) festgestellt.

Die Arten der Gattung *Myotis* waren anhand der Rufe nicht eindeutig zu unterscheiden. Aufgrund von Sichtbeobachtungen konnte jedoch oft auf die Anwesenheit von Wasserfledermäusen (*Myotis daubentoni*) geschlossen werden: Diese Art jagt ausgiebiger und dichter als andere über dem Wasser (0,05–0,3 m) und fängt Beutetiere zum Teil direkt von der Oberfläche (KALKO und BRAUN 1991; NYHOLM 1965; RIEGER et al. 1992; SCHOBER und GRIMMBERGER 1987; TAAKE 1992). Bevorzugt wurden von den Wasserfledermäusen Gewässer außerhalb des Waldes. Bei Wind jagten sie an wenig geschützten Teichen bevorzugt nahe der Vegetation, an Gewässern mit gutem Windschutz hingegen mehr über der freien Wasserfläche. Der Fang von drei Wimperfledermäusen (*Myotis emarginatus*) an einem Bach zur Zeit des Ausflugs einer nahegelegenen Kolonie deutet auf die Nutzung von Fließgewässern als Flugrouten hin. Dies vermuten auch KRULL et al. (1991).

Die Kleine Bartfledermaus (*Myotis mystacinus*), wurde durch Netzfänge und gleichzeitige Beobachtungen an allen Gewässertypen mit Ufergehölzen jagend nachgewiesen. Bäche dienen Bartfledermäusen wohl nicht nur als Flugrouten sondern werden noch drei bis fünf Stunden nach Sonnenuntergang intensiv bejagt. Der Große Abendsegler (*Nyctalus noctula*) wurde nur im Frühjahr und Herbst angetroffen. Zu diesen Zeiten findet in Bayern ein starker Durch- bzw. Zuzug von Abendseglern statt (WEID, mdl.). Die Art wurde nur an größeren Gewässern mit freiem Luftraum beobachtet. Zugewachsene Kleingewässer und Bäche dürften für diese Art als Jagdgebiet ungeeignet sein.

Danksagungen

Wir danken Prof. Dr. G. NEUWEILER, H. GEIGER und M. MEINL für die kritische Durchsicht des Manuskripts. Bei den Freilandarbeiten halfen G. FRIEDEL, M. Seif, M. THALMEIER, V. RIEF, K. ENZ, A. UNSIN, M. ZEHNER, U. RINDLE und A. TIPLI.

Zusammenfassung

Von Mai bis Oktober 1993 wurde die Jagdaktivität von Fledermäusen an Teichen und Bächen (27 Probestellen) mit Bat-Detektoren und durch Netzfänge ermittelt. Für das Untersuchungsgebiet im Südosten Oberbayerns sind folgende Fledermausarten belegt: *Nyctalus noctula*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Myotis myotis*, *Myotis emarginatus*, *Myotis mystacinus*, *Myotis daubentoni*, *Myotis nattereri*, *Myotis brandti*, *Myotis bechsteini*, *Eptesicus serotinus*, *Plecotus auritus*, *Barbastella barbastellus*, *Rhinolophus hipposideros*. Die ersten 7 Arten wurden im Lauf der Untersuchung an den Gewässern nachgewiesen. An gehölzbestandenen Gewässern wurde eine höhere Jagdaktivität registriert als an unbewachsenen Bächen und Teichen. Isoliert im Freiland liegende Teiche ohne Ufervegetation wurden völlig gemieden und auch an Bächen wurden nur wenig Fledermäuse gehört, wenn Bäume und Sträucher fehlten. Engten Ufergehölze den Flugraum stark ein, wurden ebenfalls nur wenige Tiere registriert. Im Wald wurde an Teichen mehr gejagt als an Bächen. Der gleiche Unterschied bestand zwischen Freilandteichen mit Ufergehölzen und gehölzbestandenen Bachabschnitten.

Als entscheidende Faktoren für die Nutzung einer Untersuchungsstelle durch Fledermäuse erwiesen sich Windschutz und Insektenangebot. Hoher Fischbesatz wirkte sich nicht negativ auf die Jagdaktivität aus. Ein Einfluß des Eutrophierungsgrades der Fließgewässer konnte nicht festgestellt werden.

Literaturverzeichnis

- AHLEN, J. (1981): Identification of Scandinavian bats by their sounds. Uppsala: Swedish Univ. Agricult. Sci. Report 6.
- AUDET, D. (1990): Foraging behavior and habitat use by a gleaning bat, *Myotis myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae). *J. Mammalogy* **71**, 420–427.
- BAUR, W. H. (1980): Gewässergüte bestimmen und beurteilen. Hamburg, Berlin: Paul Parey.

- DEGN, H. J. (1983): Field activity of a colony of serotine bats (*Eptesicus serotinus*). *Nyctalus* (N.F.) **1**, 521–530.
- FENTON, M. B. (1970): A technique for monitoring bat activity with results obtained from different environments in southern Ontario. *Can. J. Zool.* **48**, 847–851.
- GAISLER, J. (1973): Netting as a possible approach to study bat activity. *Period. biol.* **75**, 129–143.
- GRIMMBERGER, E. (1979): Untersuchungen über den Einfluß klimatischer Faktoren auf das Verhalten der Zwergfledermaus, *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber 1774), im Winterquartier und während der sogenannten Invasionen. *Nyctalus* **2**, 145–157.
- HELMER, W.; LIMPENS, H. J. G. A. (1991): Echos in der Landschaft – Über Fledermäuse und ökologische Infrastruktur. *Dendrocops* **18**, 3–8.
- HELVERSEN, O. von; ESCHÉ, M.; KRETSCHMAR, F.; BOSCHERT, M. (1987): Die Fledermäuse Südbadens. Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N. F. **14**, 409–475.
- KALKO, E.; BRAUN, M. (1991): Foraging areas as an important factor in bat conservation: estimated capture attempts and success rate of *Myotis daubentoni* (Kuhl, 1819). *Myotis* **29**, 55–60.
- KLAWITTER, J. (1988): Einrichtung von Fledermauswinterquartieren. Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz **81**, 71–58.
- KRONWITTER, F. (1988): Population structure, habitat use and activity patterns of the noctule bat, *Nyctalus noctula*, revealed by radio-tracking. *Myotis* **26**, 23–85.
- KRULL, D.; SCHUMM, A.; METZNER, W.; NEUWEILER, G. (1991): Foraging areas and foraging behavior in the notch-eared bat, *Myotis emarginatus* (Vespertilionidae). *Behav. Ecol. Sociobiol.* **28**, 247–253.
- KUNZ, T. H. (1973): Resource utilisation: Temporal and spatial components of bat activity in central Iowa. *J. Mammalogy* **54**, 14–32.
- LAMPRECHT, J. (1992): Biologische Forschung: Von der Planung bis zur Publikation. Berlin, Hamburg: Paul Parey.
- LIMPENS, H. J. A. G.; KAPTEYN, K. (1991): Bats, their behaviour and linear landscape elements. *Myotis* **29**, 39–48.
- MAYWALD, A.; POTT, B. (1988): Fledermäuse – Leben, Gefährdung, Schutz. Ravensburg: Otto Maier.
- NAGEL, A.; RICHARZ, K. (1994): Rückgang der Fledermäuse und ihr Schutz. In: Die Fledermäuse Hessens, Hrsg. von der Arbeitsgemeinschaft für Fledermausschutz in Hessen. Remshalden: Verlag Manfred Hennecke. Pp. 141–158.
- NYHOLM, E. S. (1965): Zur Ökologie von *Myotis mystacinus* Leisler und *Myotis daubentoni* Leisler (Chiroptera). *Ann. Zool. Fenn.* **2**, 77–123.
- RACEY, P. A.; SWIFT, S. M. (1985): Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. I. Foraging behaviour. *J. Anim. Ecol.* **54**, 205–215.
- RACHWALD, A. (1992): Habitat preference and activity of the noctule bat *Nyctalus noctula* in the Bialowieza Primeval Forest. *Acta Theriol.* **37**, 413–422.
- RICHARZ, K. (1986): Bedrohung und Schutz der Gebäudefledermause. Schriftenreihe Bayer. Landesamt Umweltschutz **73**, 15–35.
- RICHARZ, K. (1994): Situation und Perspektiven des Fledermausschutzes in Hessen. In: Die Fledermäuse Hessens, Hrsg. von der Arbeitsgemeinschaft für Fledermausschutz in Hessen. Remshalden: Verlag Manfred Hennecke. Pp. 11–32.
- RICHARZ, K.; KRULL, D.; SCHUMM, A. (1989): Quartiersansprüche und Quartierverhalten einer Mitteleuropäischen Wochenstubenkolonie von *Myotis emarginatus* im Rosenheimer Becken, Oberbayern, mit Hinweisen zu den derzeit bekannten Wochenstubenquartieren dieser Art in der BRD. *Myotis* **27**, 111–130.
- RICHARZ, K.; LIMBRUNNER, A. (1992): Fledermäuse: fliegende Koblode der Nacht. Stuttgart: Franckh-Kosmos.
- RIEGER, I.; WALZTHÖNY, D.; ALDER, H. (1990): Wasserfledermäuse, *Myotis daubentoni*, benutzen Flugstraßen. *Mitt. natf. Ges. Schaffhausen* **35**, 37–68.
- RIEGER, I.; ALDER, H.; WALZTHÖNY, D. (1992): Wasserfledermäuse, *Myotis daubentoni*, im Jagdhabitat über dem Rhein. *Mitt. natf. Ges. Schaffhausen* **37**, 1–34.
- RIEGER, I.; ALDER, H. (1993): Weitere Beobachtungen von Wasserfledermäusen, *Myotis daubentoni*, auf Flugstraßen. *Mitt. natf. Ges. Schaffhausen* **38**, 1–34.
- SCHÖBER, W.; GRIMMBERGER, E. (1987): Die Fledermäuses Europas: kennen – bestimmen – schützen. Stuttgart: Franckh-Kosmos.
- SCHUMM, A.; KRULL, D.; NEUWEILER, G. (1991): Echolocation in the notch-eared bat, *Myotis emarginatus*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **28**, 255–261.

- SWIFT, S. M.; RACEY, P. A.; AVERY, M. I. (1985): Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. II. Diet. *J. Anim. Ecol.* **54**, 217–225.
- TAAKE, K.-H. (1984): Strukturelle Unterschiede zwischen den Sommerhabitaten von Kleiner und Großer Bartfledermaus (*Myotis mystacinus* und *Myotis brandti*) in Westfalen. *Nyctalus* **2**, 16–32.
- TAAKE, K.-H. (1992): Strategien der Ressourcennutzung an Waldgewässern jagender Fledermäuse (Chiroptera: Vespertilionidae). *Myotis* **30**, 7–73.
- TAYLOR, R. J.; O'NEILL, M. G. (1988): Summer activity patterns of insectivorous bats and their prey in Tasmania. *Aust. Wildl. Res.* **15**, 335–339.
- WALSH, A. L.; MAYLE, A. B. (1991): Bat activity in different habitats in a mixed lowland woodland. *Myotis* **29**, 97–104.
- WEID, R.; HELVERSEN, O. VON (1987): Ortungsrufe europäischer Fledermäuse beim Jagdflug im Freiland. *Myotis* **25**, 5–27.
- ZAHN, A.; KRÜGER-BARVELS, K. (1996): Wälder als Jagdhabitats von Fledermäusen. *Z. Ökologie u. Naturschutz* **5**, 77–84.

Ansch. der Verf.: Dr. ANDREAS ZAHN und SANDRA MAIER, Zoologisches Institut, Universität München, Postfach 202136, D-80021 München